

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ МЕТОД АГРЕГАЦИИ ДАННЫХ В СЕНСОРНОЙ РАДИОСЕТИ С ИЗБЫТОЧНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ УЗЛОВ**

**Романюк В.А., Коваленко И.Г., Диянчук И.Н.**

*НТУУ "КПИ", ВІТІ ДУТ*

*E-mail: kig777@ukr.net*

### **Energy saving method of data aggregation in wireless sensor networks with an excess of nodes**

A new energy saving method of data aggregation method in wireless sensor networks with an excess of nodes.

Для обеспечения надежного покрытия районов мониторинга датчиками может применяться их избыточное количество. Особенно это актуально при случайном рассеивании узлов над районом мониторинга для обеспечения оперативности разворачивания сенсорных радиосетей (СР). При этом избыточное количество узлов приводит к возрастанию объемов и избыточности передаваемых данных. В этих условиях одним из путей увеличения длительности функционирования (времени жизни) сенсорных радиосетей является агрегация данных.

Агрегация данных в сети позволяет:

исключить потерю сообщений при перегрузке трафика на отдельных участках сети за счет уменьшения объема передаваемых данных;

уменьшить использование энергетических ресурсов отдельных узлов сети и, соответственно, увеличить " время жизни " сети;

уменьшить влияние ошибочно определенных данных сенсоров.

В свою очередь агрегация данных имеет недостаток - при потере или компрометации одного сообщения агрегированных данных теряются данные от соответствующей ветви (группы) узлов.

Для СР с избыточным количеством узлов (ИКУ) можно определить основные требования к методам агрегации:

- обеспечение уменьшения использования энергоресурса узлов для увеличения продолжительности функционирования сети;

- независимость от реализации методов управления на различных уровнях модели OSI;

- обеспечение уменьшения объема данных за счет избыточности, временной и пространственной корреляции информации с допустимой потерей точности;

- обеспечение безопасности и невозможности компрометации данных;

- обеспечение функционирования в условиях выхода из строя отдельных узлов;

- учет концентрации трафика на приближенных к шлюзу узлах;

- обеспечение обработки данных различного приоритета.

В настоящее время разработано множество методов агрегации данных (МАД) для СР различного назначения, структуры, размера и т.д. [1]. Существующие методы агрегации данных не в полной мере соответствуют требованиям к СР с ИКУ, поэтому был предложен энергосберегающий метод агрегации данных в сенсорных сетях данного класса [2].

Предложенный метод обеспечивает уменьшения объемов передачи данных и базируется на избыточности количества узлов СР и том факте, что датчики соседних узлов получают похожие данные (рис. 1). Поэтому для уменьшения объема данных можно усреднять данные от соседних узлов и передавать одним сообщением. Существующие методы агрегации данных позволяют уменьшить объемы передачи данных на прикладном уровне, но не предусматривают уменьшение расходов энергоресурса отдельных перегруженных узлов сети. На рис. 2 приведен пример, где два узла перегружены ретрансляцией данных отделенной подсети. Преждевременное истощения их энергии батарей приведет к потере связности с этой подсетью. В данном случае уменьшить использование энергоресурса можно только уменьшением объемов передачи данных с допустимой потерей их точности.

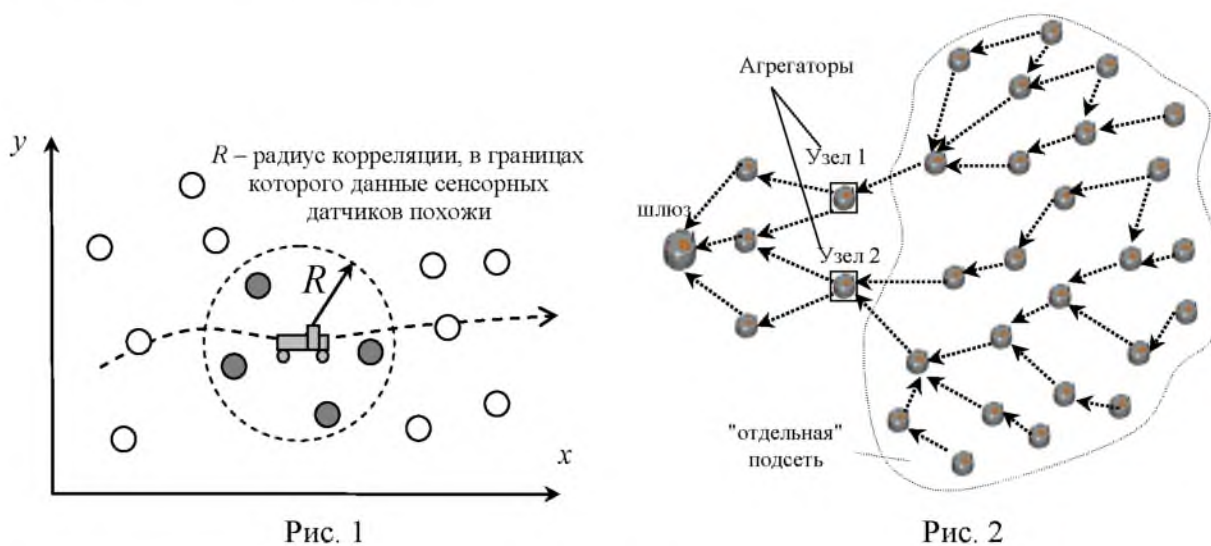


Рис. 1

Рис. 2

Суть предлагаемого метода заключается в ограничении количества передач сообщений для определенных узлов за цикл сбора данных с организацией на них очередей передачи сообщений, при переполнении которых осуществляется объединение (агрегация) сообщений за счет их временной и пространственной корреляции с допустимой потерей точности.

Для организации агрегации шлюз периодически проводит сбор данных об остатке энергоресурса узлов сети, получает среднее его значение, выбирает узлы, которые больше других израсходовали энергоресурс, определяет для них максимальную длину очереди и количество передачи сообщений за период сбора данных. После определения количества передач сообщений и длины очереди агрегация осуществляется децентрализованно на отдельных узлах автоматически при переполнении очереди.

Этапы применения метода на отдельном узле следующие:

1. Формирование и передача сообщения данных узлом-источником данных.
2. Прием, проверка, обработка сообщений и формирования очередей передачи данных.
3. Агрегация данных за счет временной и пространственной корреляции данных. Так согласно определенному значению переполнения очереди осуществляется группировка сообщений с использованием полей сообщений, содержащих координаты. После этого формируются агрегированные сообщения, в которых данные и координаты усредняются. Для этого форматы данных должны быть согласованы. Начальные сообщения, данные которых агрегированные, удаляются.

4. Агрегированное сообщение передается в направлении шлюза и может быть еще раз агрегировано на следующих узлах.

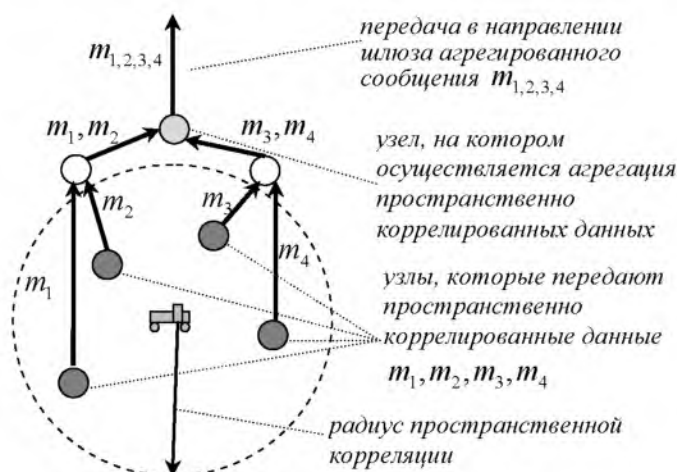


Рис. 3. Пример формирования агрегированного сообщения



Рис. 4. Пример очереди сообщений отдельного узла

Новизной метода является новый способ уменьшения потребления энергоресурса отдельного узла ограничением количества передачи сообщений при применении очереди передач с агрегацией сообщений за счет временной и пространственной корреляции.

Для оценки эффективности предложенных методов использовалась имитационная модель сенсорной радиосети. В качестве показателя эффективности было предложено использовать длительность функционирования сети до исчерпания энергоресурса хотя бы одного узла. Для имитационного моделирования использовался программный комплекс The Network Simulator [3]. Функционирование модели CP зависит от многих параметров: требований к покрытию района мониторинга, пространственных размеров сети, радиусов мониторинга и передачи, энергетических моделей узлов, а также задействованных протоколов физического и канального уровня и т.п. Была использована упрощенная модель CP с использованием стандартных протоколов физического и канального уровня (802.11).

Результаты моделирования показали, что метод позволяет уменьшить использование энергоресурса отдельных узлов и увеличить длительность функционирования фрагментов сети до 20% за счет уменьшения количества передач и агрегации сообщений.

### Литература

1. Коваленко І.Г., Романюк В.А., Діянчук І.М. Аналіз методів енергозбереження в сенсорних радіомережах // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ "КПІ". – 2011. – № 1. – С. 76 – 84.
2. Коваленко. І.Г. Вимоги до методу агрегації даних в сенсорних радіомережах спеціального призначення / І.Г.Коваленко, А.В.Романюк // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ "КПІ". – 2012. – № 2. – С. 37 – 43.
3. VINT Project, The Network Simulator. – Режим доступа: <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.